

## ⑫ 公開特許公報(A)

平1-300192

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

F 28 D 7/16

識別記号

庁内整理番号

A-7711-3L

⑭ 公開 平成1年(1989)12月4日

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全8頁)

⑮ 発明の名称 多管式熱交換器

⑯ 特 願 昭63-128326

⑰ 出 願 昭63(1988)5月27日

⑱ 発 明 者 椎 名 孝 次 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研  
究所内

⑱ 発 明 者 中 村 昭 三 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研  
究所内

⑱ 発 明 者 水 品 靖 男 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研  
究所内

⑱ 発 明 者 松 村 清 一 茨城県日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日  
立工場内

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑲ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

多管式熱交換器

## 2. 特許請求の範囲

1. 多管式熱交換器の、伝熱管の管群と円筒胴体内との間に充填材を前記伝熱管の軸に沿って、介在させ、前記充填材によつて隔てられた前記円筒胴体の内壁側の流路を封じて、胴側流体の流速を増加させることを特徴とする多管式熱交換器。
2. 多管式熱交換器の、伝熱管の管群と円筒胴体内との間に管側流体用ジャケットを前記伝熱管の軸に沿って介在させ、前記ジャケットによつて隔てられた前記円筒胴体の内壁側の流路を封じて、胴側流体の流速を増加させることを特徴とする多管式熱交換器。
3. 多管式熱交換器の、伝熱管の管群と円筒胴体内との間に前記伝熱管よりも小さな外径の第二の伝熱管群を前記伝熱管の軸に沿って介在させ、前記第二の伝熱管群によつて隔てられた前記円

筒胴体の内壁側の流路を減じて、胴側流体の流速を増加させることを特徴とする多管式熱交換器。

## 4. 特許請求の範囲第1項において、

前記伝熱管群と前記円筒胴体内との間に充填材とジャケットを前記伝熱管軸に沿って介在させ、前記円筒胴体の内壁側の流路を減じて、胴側流体の流速を増加させることを特徴とする多管式熱交換器。

## 5. 特許請求の範囲第2項において、

前記伝熱管群と前記円筒胴体内との間に前記ジャケットと前記伝熱管よりも小さな外径の第二の伝熱管群を前記伝熱管の軸に沿って介在させ、前記円筒胴体の内壁側の流路を減じて、前記胴側流体の流速を増加させることを特徴とする多管式熱交換器。

## 6. 特許請求の範囲第1項において、

前記伝熱管群と前記円筒胴体内との間に充填材と前記伝熱管よりも小さな外径の第二の伝熱管群を前記伝熱管の軸に沿って介在させ、前記

円筒胴体内壁側の流路を減じて、胴側流体の流速を増加させることを特徴とする多管式熱交換器。

### 7. 特許請求の範囲第1項において、

前記伝熱管群と前記円筒胴体内との間に充填材とジャケットと前記伝熱管よりも小さな外径の第二の伝熱管群を前記伝熱管の軸に沿って介在させ、前記円筒胴体内の内壁側の流路を減じて、胴側流体の流速を増加させることを特徴とする多管式熱交換器。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本発明は原子力及び火力発電プラントに用いられているシェル・チューブ式熱交換器に係り、特に、小型化、高性能化に好適な多管式熱交換器に関する。

#### (従来技術)

従来の装置は第10図に示すような切欠きパツフル12を用いた多管式熱交換器1のため、流体が单相流の場合、一パツフル要素における折流及

の上限值に対して何ら示唆されていない状態である。

本発明は原子力発電プラント用冷却器、あるいは、火力発電プラント用給水加熱器のような水-水单相流の熱交換性能向上させ、胴側流速を増加させて胴側熱伝達率、つまり、熱交換器の性能を向上させることを目的とした。

#### (課題を解決するための手段)

上記目的とする熱交換器の性能向上を図るためには、伝熱管には平滑管を用いているため管側伝熱・圧損を含めた総合性能は十分図られており、熱交換器性能を決定する律速条件は胴側流れを支配する胴側構造にあると考える。

従来の切欠きパツフル式のように胴側流体が伝熱管に直交して流れると、伝熱係数は良好であるが圧力損失が大きくなる。従って、通常、胴側流体の代表速度が小さいため、胴側レイノルズ数  $Re_{os}$  が小さな領域では伝熱性能がある程度良好である。しかし、このタイプよりも更に胴側性能を向上させるため、熱交換方式は完全対向流方式と

(2)

び伝熱管を横切る直交流による胴側圧力損失が大きく、必要な流速を得ることができないので熱交換性能がそれ程良くなかった。そこで、特願昭60-252777号、特願昭61-135935号、特願昭61-269678号、特願昭62-174179号公報に記載のように胴側流体の性能向上を図ったが、胴側圧力損失に關し、未だ理想的な形状とは言えない。

一方、特開昭62-22994号公報に記載のように、複数の開口をもつ遮蔽物を介在させて胴側流路封じを行つたものがあるが、この構造によると複数の開口を通して流体の流出入があるため、緻密な意味での胴側流速の増加は図れない。

#### (発明が解決しようとする課題)

従来技術は、(1) 胴側流体の完全並行流による伝熱性能低下(直交流に比べて)の検討、(2) 伝熱管支持材への流入、及び、流出部における胴側流体の圧力損失低減構造の検討、(3) 胴側流体の連成振動と管ピッチ、管外径を考慮した管支持材厚さの検討の三点に関する考慮がなされておらず、本来多管式熱交換器に求められている熱交換性能

し、伝熱管に沿って胴側流体を並行に流すようにする。このためには、(1) 伝熱管軸方向に沿って伝熱管群内に複数の伝熱管支持材を設置し、(2) 伝熱管軸方向に沿って伝熱管群と円筒胴体内壁との間に充填材を設置する。

以上の手段を施すことにより、熱交換器全体はほぼ完全対向流を形成することになり、従来式で懸念されていた胴側流体の死水域を低減することができる。さらには、胴側流路として無駄なバイパス領域を大きく低減でき、しかも、同一胴側流量のもとで大きな胴側流速をとれて胴側圧損も小さくできる。従って、この二方式からも十分な伝熱係数が得られることがわかる。また、それ以外にも伝熱管支持材設置による伝熱促進効果も期待できる。

但し、手段(2)では、充填材の代わりに、熱交換用の偏平ダクト形状ジャケット、あるいは、主たる伝熱管よりも小径の伝熱管を設置してもよい。この場合は胴側流路から見るとバイパス領域の低減となり、その上に管側流路としても働くために

従来よりも多くの伝熱面積を確保することができる。

#### 〔作用〕

本発明の熱交換器は伝熱管群と円筒胴体内の間に伝熱管軸に沿って充填材、ジャケット、小径伝熱管群を設置することにより、胴側流体が管側流体とほぼ対向流として流れ、熱交換に寄与しないバイパス領域を封じるため、胴側流速が増加して胴側熱伝達率の向上を図る。また、これにより、胴側流体は流速増加に伴う圧力損失の増大を生じるが、従来の直交流の場合に比べれば小さい。さらに、伝熱管に及ぼす流体連成振動の点を考えても、従来式よりも有効な熱交換方法である。

従って、本発明の充填材、ジャケット、小径伝熱管等を設置した熱交換器は従来の切欠きパツフル式熱交換器、あるいは、従来の完全対向流式熱交換器に比べ、伝熱係数、圧力損失、流体連成振動の点を考慮しても高性能であることは明らかである。

#### 〔実施例〕

次に、本発明の実施例の動作を説明する。まず、管側流体11は管側入口ノズル4bから流入し、伝熱管内を流れ管側出口ノズル4cから流出する。一方、胴側流体10は胴側入口ノズル2bから流入し、同様に伝熱管外を流れ、胴側出口ノズル2cから流出する。この場合、熱交換方式は完全対向流となり、伝熱管内外で熱交換を行う。

ここで、第2図(a)において、従来式の流速分布は $V_{s0}$ （実線）のようになり、本発明の場合には $V_{s1}$ （一点鎖線）のようになる。つまり、同一胴側流量の場合、充填材6を設置することにより、伝熱管束3内を流れる胴側流体10の流速は大きくなる。これにより、胴側流速の増加は次式に示す関係より、第2図(b)のように胴側熱伝達率 $\alpha_s$ をあげることになる。

$$\alpha_s \propto V_s^{0.8} \quad \dots (1)$$

従って、この結果から胴側伝熱面積はほぼ100%有効な伝熱面積となり、上記のような流速増加分による圧力損失の増加もさほど小さくなく、伝熱管支持材5による伝熱促進も生じる。中立に、熱

(3)

以下、本発明の一実施例を第1図により説明する。第1図は本発明の多管式熱交換器本体1の縦断面図である。まず、本発明の実施例の構成を説明する。多管式熱交換器は、胴体2a内に伝熱管束3を多数設置しており、これら伝熱管を管板2dで溶接固定している。また、伝熱管をサポートするため、ある間隔で伝熱管支持材5が内部に設置されている。ここで、胴体2aには胴側入口ノズル2b、胴側出口ノズル2cが設置されている。一方、管板2dを介して管側水室ヘッド4aが両側に取り付けられており、これらにもまた管側入口ノズル4b、管側出口ノズル4cが設置されている。本発明はこの円筒胴体2aと伝熱管束3との間に充填材6を設置している。

ここで、(c)、(d)からわかるように、胴側出入口部を除いた全てのバイパス領域に充填材6を設置する。なお、この時、図中では仕切材7により六等分に分けているが、これは伝熱管の配列構造により変化する可能性がある。また材質は熱伝導体よりも断熱材の方が好ましい。

交換器性能の観点から、本発明よれば、死水域の低減、すなわち、有効伝熱面積の増大、低圧力損失内での流速増加による伝熱係数の向上、伝熱管支持材による伝熱促進の三点がすべて満足でき、胴側性能律速であつた熱交換器の性能は十分増加向上することが明らかである。

次に、本発明の他の実施例を第3図から第9図により説明する。第3図は本発明の他の実施例を示す多管式熱交換器の縦断面図である。本発明は第1図の充填材6の代わりにジャケット材8を設置したものである。この場合の横断面を見ると、

(d)に示すように円筒胴体内壁と多角形管束との間に配置されるため、ジャケット材構造は偏平形状となる。この場合は第1図の充填材6と異なり、偏平なジャケット材8の内部を管側流体が流れるため、伝熱管群と同様に熱交換に寄与する。ここで、ジャケット材8は図中で六ヶに分けているが、この数にはこだわらない。また、(b)、(d)に示す胴側出入口部ではこのジャケット材8の有無はどちらでも良く、胴側流動抵抗が小さ

い場合にはありとする。

また、第4図は本発明の他の実施例を示す多管式熱交換器の縦断面図である。本発明は第2図の偏平なジャケット材8の代りに、バイパス領域に伝熱管束3に設置された伝熱管よりも小外径の伝熱管9に設置してバイパス領域を有効な熱交換領域としたものである。この場合も、中央の伝熱管束3と同様に熱交換に寄与する。また、図中では仕切材7により六ヶ所に区分されているが、これが無くてもよい。

次に第5図は胴側円筒内と伝熱管束3との間のバイパス領域には仕切材7を介して充填材6とジャケット材8を組み合わせて配置したものである。この場合D-D断面の胴側入口部とB-B断面の胴側出口部にジャケット材8を設置し、他に充填材を設置している。

また、第6図はバイパス領域にジャケット材8と、小径伝熱管9を組み合わせて配置しており、この場合も胴側出入口部にジャケット材8を設置し、他を小径伝熱管としているが、もちろん、他

(4)の配置法も可能である。

さらに、第7図はバイパス領域に充填材6と小径伝熱管9に配置したものである。この場合には、少なくとも、小径伝熱管9を胴側出入口部に配置してあれば、他の場所はどちらでも良い。

最後に、第8図はバイパス領域に仕切材7を介して充填材6、ジャケット材8、そして、小径伝熱管9を配置しており、熱交換の点から胴側出入口部には小径伝熱管9、あるいは、ジャケット材8を設置するのが望ましい。

次に、第9図に今まで示したような多角形、すなわち、六角形に配列された伝熱管束3と異なる他の伝熱管束配置法について説明する。第9図

(a)は標準的な六角形配列の伝熱管束3の場合、第9図(b)は多角形配列の場合、第9図(c)は円形配列の場合である。このように伝熱管束3の配置法は胴体内径、伝熱管外径、ピッチ、伝熱管配列(三角形、四角形)等により大きく異なるのでそれぞれの場合に応じて、常に、バイパス領域を低減するように検討する必要がある。

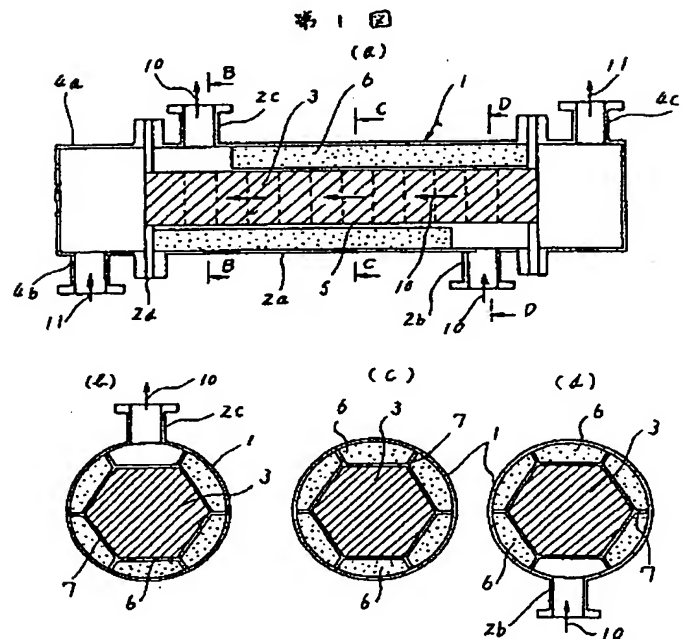
#### (発明の効果)

本発明によれば、死水域の低減による有効伝熱面積の増加、胴側低圧損比に伴う流速増加による胴側伝熱性能の向上、伝熱管支持材設置による伝熱促進等が生じる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例である熱交換器の縦・横断面図、第2図は本発明の一実施例の原理説明図、第3図、第4図は本発明の他の実施例の熱交換器の縦・横断面図、第5図ないし第9図は本発明の他の実施例である熱交換器の横断面図、第10図は従来の熱交換器の縦・横断面図である。1…多管式熱交換器本体、3…伝熱管束、5…伝熱管支持材、6…充填材、7…仕切材、8…ジャケット材、9…小径伝熱管、2a…胴体、2b…胴側入口ノズル、2c…胴側出口ノズル、2d…管板、4a…管側水室ヘッド、4b…管側入口ノズル、4c…管側出口ノズル。

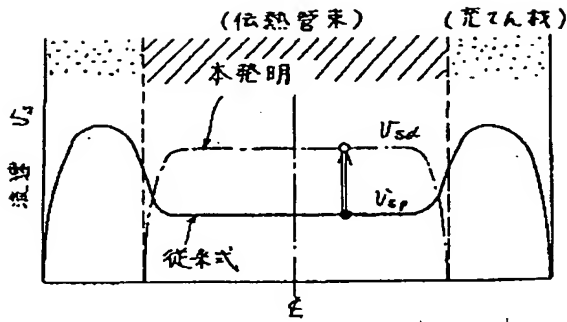
代理人 井理士 小川勝男



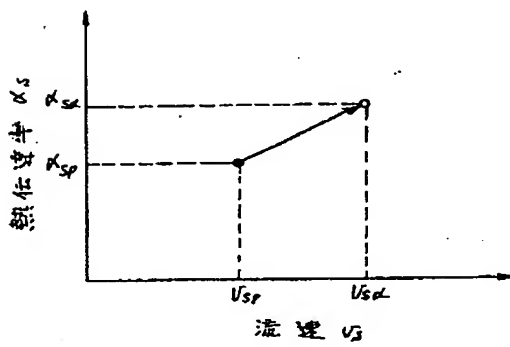
(5)

第2図

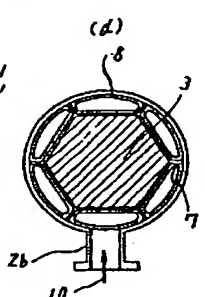
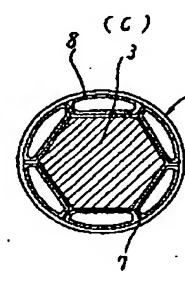
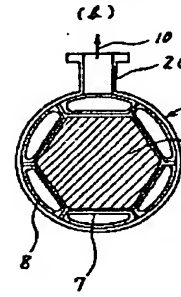
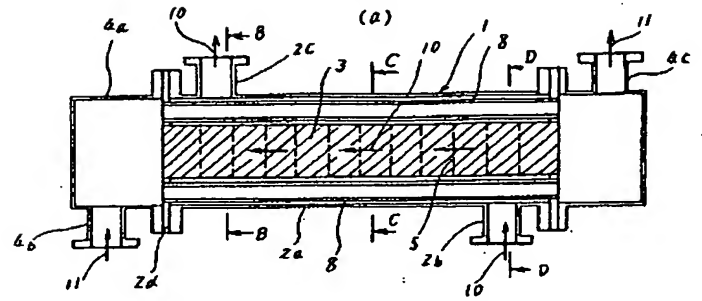
(a)



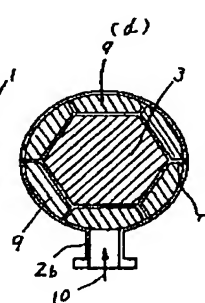
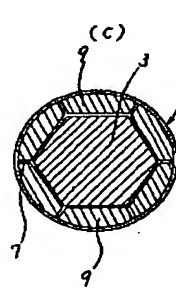
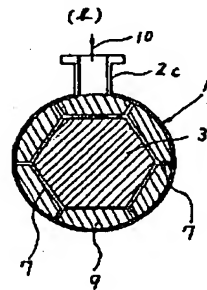
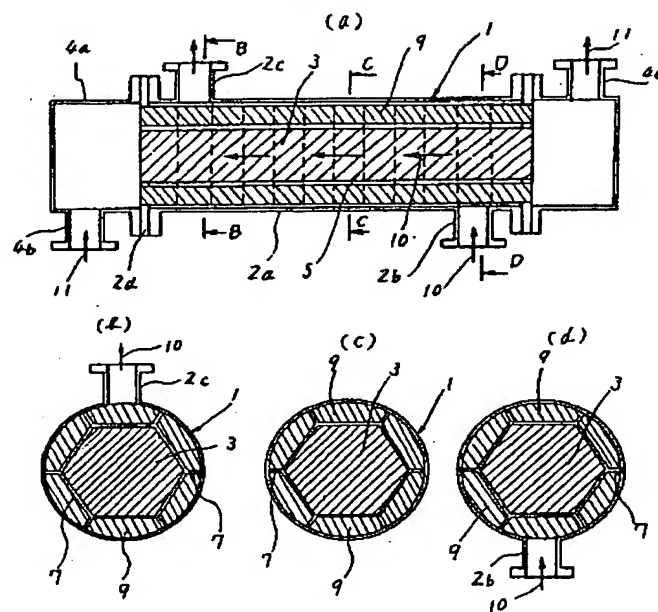
(b)



第3図

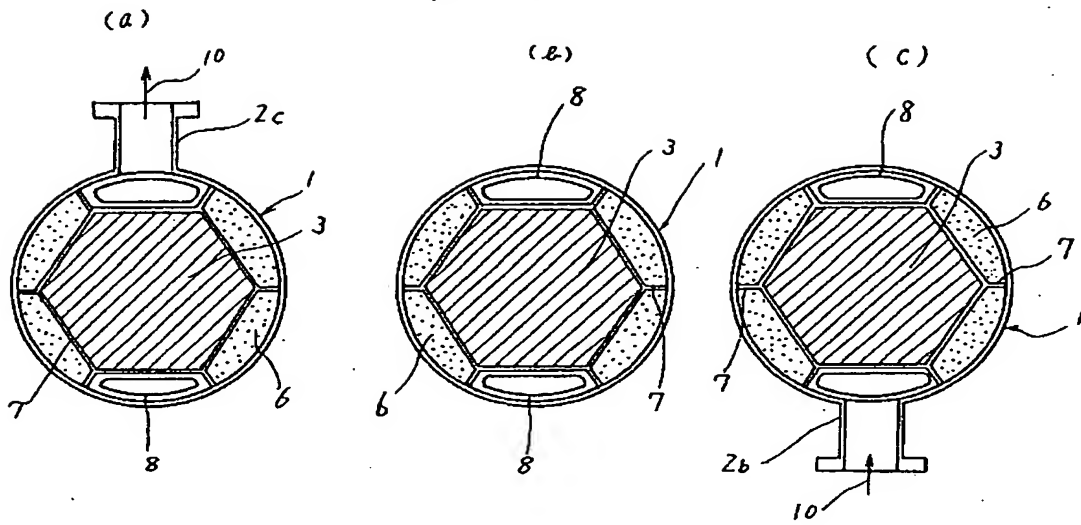


第4図

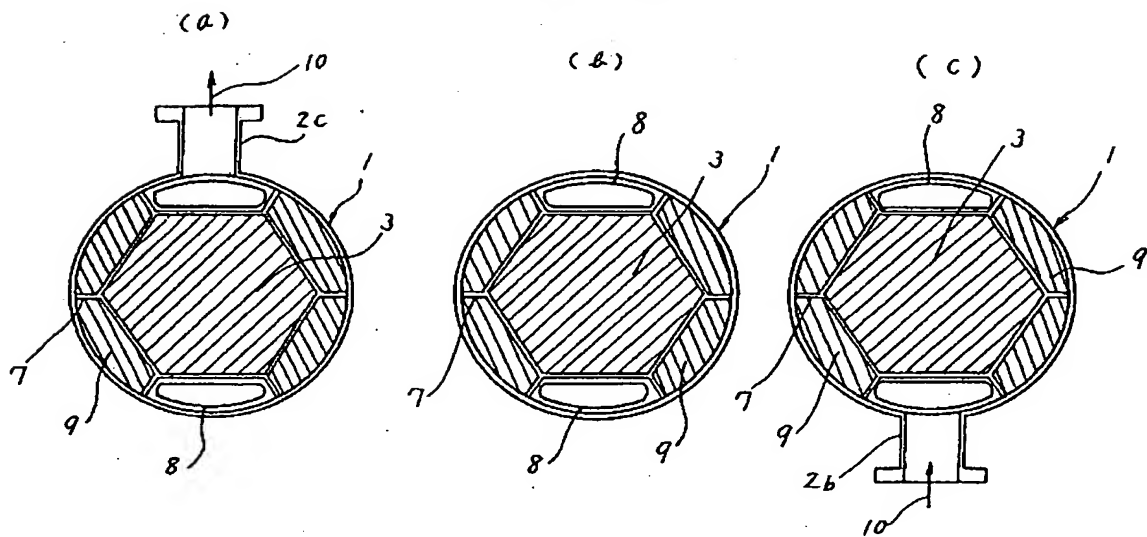


(6)

第 5 図

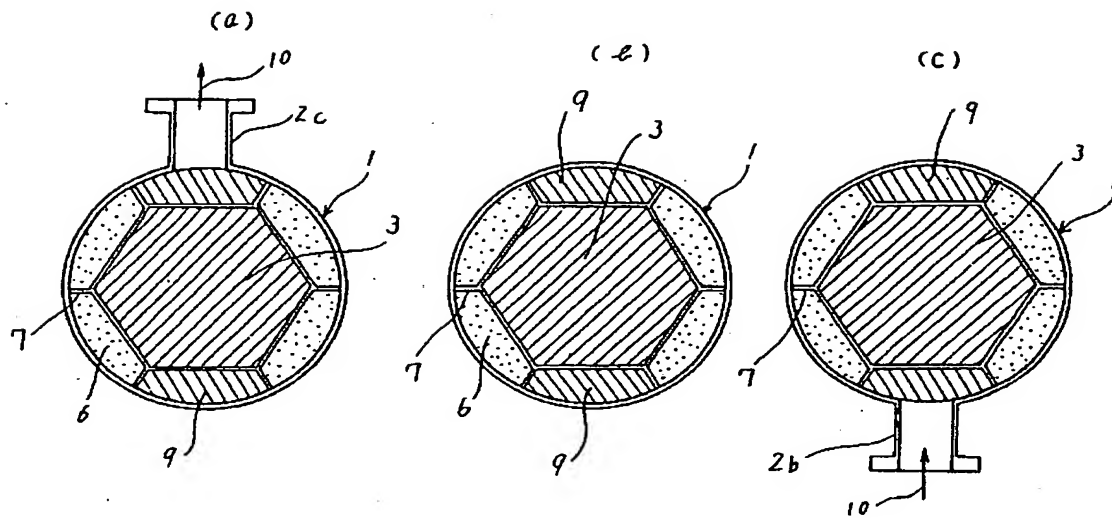


第 6 図

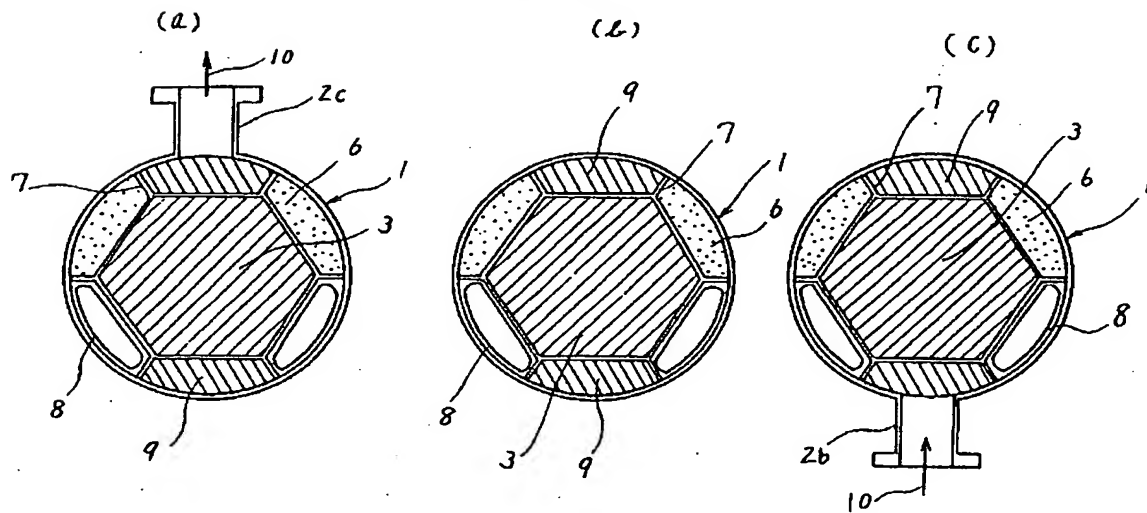


(7)

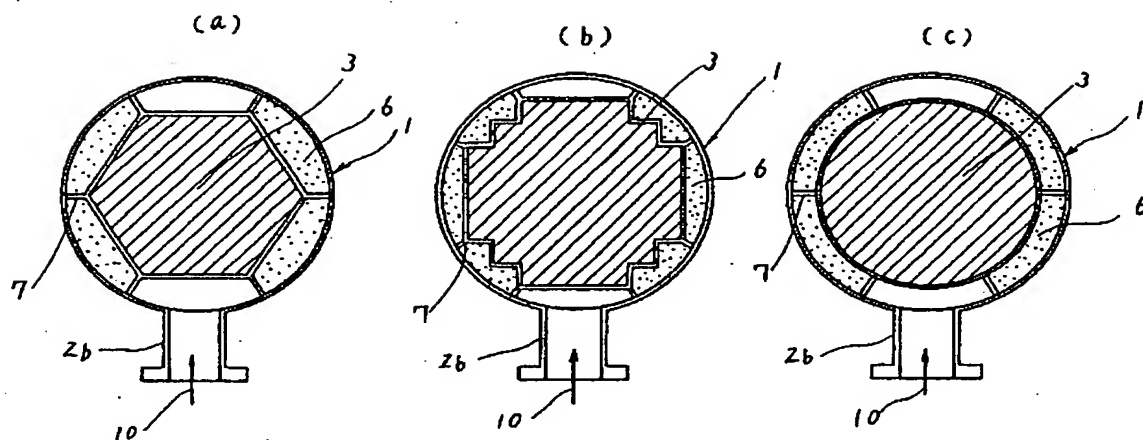
第 7 図



第 8 図



第 9 図



第 10 図

